

①9. RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 801 428

②1 N° d'enregistrement national : 99 14521

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : H 01 Q 19/10

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 18.11.99.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 25.05.01 Bulletin 01/21.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : CENTRE NATIONAL DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS Etablissement  
public à caractère scientifique et technologique — FR.

⑦2 Inventeur(s) : THEVENOT MARC, JECKO BER-  
NARD JEAN YVES et REINEIX ALAIN JEAN LOUIS.

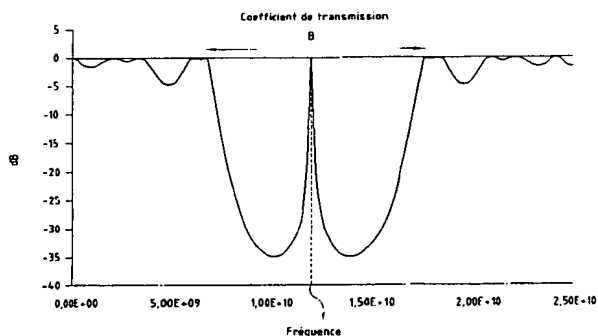
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

⑤4 ANTENNE POURVUE D'UN ASSEMBLAGE DE MATERIAUX FILTRANT.

⑤7 L'antenne comprend une sonde capable de transfor-  
mer de l'énergie électrique en énergie électromagnétique et  
réciproquement.

Elle comprend en outre un assemblage d'éléments en  
au moins deux matériaux se différenciant par leur permitti-  
vité et/ou leur perméabilité au sein duquel ladite sonde est  
disposée, la disposition des éléments dans ledit assembla-  
ge assurant le rayonnement et un filtrage spatio-temporel  
des ondes électromagnétiques produites ou reçues par la-  
dite sonde, lequel filtrage autorise notamment une ou plu-  
sieurs fréquences de fonctionnement (f) de l'antenne à  
l'intérieur d'une bande de fréquences non passante (B).



FR 2 801 428 - A1



La présente invention concerne une antenne émettrice ou réceptrice atteignant des niveaux de directivité importants à des fréquences de l'ordre des micro-ondes.

On connaît des antennes comprenant au moins une sonde capable de transformer de l'énergie électrique en énergie électromagnétique et réciproquement.

Aujourd'hui, les antennes classiquement utilisées sont notamment des antennes à réflecteur parabolique, des antennes lentilles et des antennes de type cornet.

Les antennes à réflecteur parabolique comportent un plan réflecteur de forme parabolique au foyer duquel se trouve une sonde. Il en résulte un encombrement lié à la distance focale du réflecteur parabolique.

Les antennes lentilles comportent une lentille au foyer de laquelle se trouve une sonde. Outre l'encombrement lié à la distance focale, une telle antenne présente également un poids élevé, dû au poids de la lentille, lequel poids pouvant être pénalisant pour certaines applications.

Les antennes de type cornet sont encombrantes et lourdes pour atteindre des niveaux de directivité élevés.

L'invention vise à remédier aux inconvénients des antennes classiques en créant une antenne moins encombrante et moins lourde, capable d'émettre ou recevoir une onde électromagnétique avec des niveaux de directivité importants.

L'invention a donc pour objet une antenne comprenant au moins une sonde capable de transformer de l'énergie électrique en énergie électromagnétique et réciproquement, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un assemblage d'éléments en au moins deux matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou leur perméabilité au sein duquel ladite sonde est disposée, la disposition des éléments dans ledit assemblage assurant le rayonnement et un filtrage spatio-temporel des ondes électromagnétiques produites ou reçues par ladite sonde, lequel filtrage autorise notamment une ou

plusieurs fréquences de fonctionnement de l'antenne à l'intérieur d'une bande de fréquences non passante.

Ladite antenne permet de la sorte d'obtenir un encombrement et un poids réduits par l'utilisation d'un système d'alimentation simplifié et d'un assemblage, de faible épaisseur, d'éléments en matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou leur perméabilité.

L'antenne selon invention peut en outre comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- Ledit assemblage d'éléments présente une périodicité à au moins une dimension dans sa structure et au moins un défaut qui génère au moins une cavité en son sein.

- Ledit assemblage d'éléments comprend un premier matériau de permittivité et perméabilité données formant une cavité au sein d'une structure de deux autres matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou leur perméabilité, ladite structure présentant une triple périodicité selon trois directions spatiales distinctes desdits deux autres matériaux.

- Ledit assemblage d'éléments comprend un premier matériau de permittivité et perméabilité données formant une cavité au sein d'une structure de deux autres matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou leur perméabilité, ladite structure présentant une double périodicité selon deux directions spatiales distinctes desdits deux autres matériaux.

- Ledit assemblage d'éléments est constitué de couches planes de matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou par leur perméabilité.

- Ledit assemblage d'éléments comprend une première couche plane de matériau de permittivité et perméabilité données, au sein duquel est disposée la sonde, ladite première couche étant en contact avec au moins une succession de couches planes de matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou leur perméabilité, agencée(s) selon un motif périodique à une dimension.

- Elle comporte en outre un réflecteur plan d'ondes électromagnétiques supportant ladite sonde et placé en contact avec ledit assemblage d'éléments.

Elle comporte une plaque métallique sur laquelle est disposée une sonde, ladite plaque métallique formant réflecteur plan étant en contact avec une première couche plane de matériau de permittivité et perméabilité données, l'épaisseur  $e_1$  de ladite première couche plane étant donnée par la relation  $e_1 =$

5  $0,5 \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$ , ladite première couche étant elle-même en contact avec une succession de couches planes de matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou leur perméabilité, l'épaisseur  $e$  de chacune desdites couches planes étant donnée par la relation

$e = 0,25 \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$ , où  $\lambda$  est la longueur d'onde correspondant à la fréquence de

10 fonctionnement de l'antenne souhaitée par l'utilisateur,  $\epsilon_r$  et  $\mu_r$  étant respectivement la permittivité relative et la perméabilité relative du matériau de la couche plane considérée.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

15 - la figure 1 représente une antenne selon l'invention dans le cas général ;

- la figure 2 représente une antenne selon l'invention comprenant un plan réflecteur d'ondes électromagnétiques ;

20 - la figure 3 représente schématiquement en perspective un exemple de structure de couches planes de matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou par leur perméabilité agencées selon un motif périodique à une dimension ;

- la figure 4 représente schématiquement en perspective un exemple de structure présentant une double périodicité selon deux directions spatiales distinctes des matériaux la constituant ;

25 - la figure 5 représente schématiquement en perspective un exemple de structure présentant une triple périodicité selon trois directions spatiales distinctes des matériaux la constituant ;

- la figure 6 représente schématiquement en perspective une antenne selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;

- la figure 7 représente une courbe donnant le coefficient de transmission en fonction de la fréquence de l'onde électromagnétique émise ou reçue par une antenne selon l'invention ; et

- la figure 8 représente un diagramme de directivité de l'antenne selon le mode de réalisation présenté dans la figure 6.

Une antenne selon l'invention représentée à la figure 1 comporte :

- une sonde 10 capable de transformer une onde électrique en onde électromagnétique et réciproquement. Des antennes, telles que des antennes plaque, les dipôles, les antennes à polarisation circulaire, les fentes, les antennes fil-plaque coplanaires peuvent par exemple convenir comme sonde 10 dans une antenne selon la présente invention.

Un assemblage 20 d'éléments en au moins deux matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou par leur perméabilité au sein duquel la sonde 10 est disposée. On choisira de préférence des matériaux à faibles pertes, tels que par exemple le plastique, la céramique, la ferrite, etc.

Un avantage de la présente invention est que la sonde 10 peut être très simple à concevoir à partir du moment où elle remplit le type de polarisation (linéaire ou circulaire), le taux d'ellipticité et les caractéristiques électriques désirés par le constructeur, cette sonde 10 devant être néanmoins petite devant les dimensions globales de l'antenne.

Un intérêt de l'assemblage 20 est de permettre de concevoir une antenne autorisant un ou plusieurs modes fréquentiels de propagation à l'intérieur d'une bande non passante, selon une ou plusieurs directions spatiales autorisées d, le filtrage spatial étant lui-même dépendant de la fréquence et de la nature des matériaux que comporte l'assemblage 20.

Un autre intérêt de cet assemblage 20, lorsqu'il comporte une structure 22 conçue sur le principe des matériaux à bande interdite photonique au sein de laquelle se trouve une ou plusieurs cavité(s) 21 est d'avoir un ou plusieurs

mode(s) fréquentiel(s) de propagation très isolé(s) de ses (leurs) plus proches voisins.

5 Une structure conçue sur le principe des matériaux à bande interdite photonique est une structure d'éléments se différenciant par leur permittivité et/ou par leur perméabilité, laquelle structure présente une périodicité à au moins une dimension.

Une cavité 21 placée au sein de ladite structure 22 conçue sur le principe des matériaux à bande interdite photonique peut être due à :

10 - une modification locale des caractéristiques diélectriques et/ou magnétiques des matériaux utilisés,

- une modification locale des dimensions d'un ou plusieurs matériaux.

15 Une antenne selon l'invention représentée à la figure 2 peut en outre comporter un plan réflecteur électromagnétique 30 placé au milieu de l'assemblage 20 et contenant la sonde 10, permettant de réduire de moitié les dimensions de l'antenne, lorsque le rayonnement n'est utile que dans un demi-espace.

Un intérêt d'une antenne selon l'invention comportant un plan réflecteur électromagnétique 30 est d'augmenter le gain du lobe principal du diagramme de directivité de ladite antenne.

20 Une antenne selon l'invention représentée à la figure 3 comporte une structure 22 conçue sur le principe des matériaux à bande d'interdiction photonique présentant une périodicité à une dimension, c'est-à-dire que ladite structure 22 comporte une alternance de couches planes de deux matériaux 23 et 24, par exemple respectivement de l'alumine et de l'air, se distinguant par leur permittivité et/ou par leur perméabilité.

25 Une antenne selon l'invention représentée à la figure 4 comporte une structure 22 conçue sur le principe des matériaux à bande d'interdiction photonique présentant une périodicité à deux dimensions, c'est-à-dire que ladite structure 22 comporte des barreaux, de forme cylindrique disposés de façon régulière, d'un premier matériau 25, par exemple de l'alumine, séparés entre eux

30

par un deuxième matériau 26, par exemple de l'air, le deuxième matériau se distinguant du premier par sa permittivité et/ou sa perméabilité.

Par exemple, la structure est composée de barreaux de forme cylindrique disposés en une succession de couches superposées.

5 Dans chaque couche, les barreaux s'étendent parallèlement les uns aux autres et sont placés avec un pas régulier.

De plus, les barreaux de couches successives sont alignés avec un pas régulier.

10 Une antenne selon l'invention représentée à la figure 5 comporte une structure 22 conçue sur le principe de matériaux à bande d'interdiction photonique, présentant une périodicité à trois dimensions, c'est à dire que ladite structure 22 comporte une alternance de barreaux, de forme parallélépipédique disposés de façon régulière, d'un premier matériau 27, par exemple de l'alumine, séparés entre eux par un deuxième matériau 28, par exemple de l'air, ledit  
15 deuxième matériau se distinguant du premier matériau par sa permittivité et/ou sa perméabilité.

Par exemple, la structure 22 est composée de barreaux de forme sensiblement parallélépipédique disposés en un empilage de couches superposées. Dans chaque couche, les barreaux s'étendent parallèlement les  
20 uns aux autres et sont placés selon un pas régulier et, les barreaux de deux couches voisines forment un angle constant, par exemple un angle de 90°.

De plus, les barreaux de couches séparées par une couche intermédiaire sont parallèles entre eux et alignés avec un pas régulier.

En référence à la figure 6, un mode préféré de réalisation d'une antenne  
25 selon la présente invention comporte :

- Une sonde plaque 10a utilisant un seul fil d'alimentation 11 ;

Un intérêt de cette sonde est d'être très simple de conception et de limiter les pertes métalliques et ohmiques de l'antenne.

- Une plaque métallique formant un réflecteur plan électromagnétique  
30 30a ;

- Une couche plane formant une cavité 21a en contact avec le réflecteur plan 30a, ladite cavité 21a étant constituée d'un matériau, de préférence à faible permittivité ou perméabilité afin de limiter le guidage des ondes de surface, lequel matériau peut être de l'air comme représenté à la figure 6 à titre d'exemple ;

- Une structure 22 dont les matériaux 23a, 24a, 23b se différenciant par leur permittivité et/ou perméabilité sont agencés en couches planes successives, selon un motif périodique à une dimension.

Le nombre de périodes utiles dans la direction orthogonale au plan de l'antenne dépend des contrastes de permittivité et/ou perméabilité des matériaux utilisés. Pour réduire le nombre de périodes, il faut augmenter les contrastes d'indice entre les différents matériaux.

A titre d'exemple, dans le mode de réalisation représenté figure 6, les matériaux utilisés sont l'alumine de fort indice de permittivité et l'air de faible indice de permittivité ce qui permet à la structure 22 de ne comporter que trois couches de matériaux.

La structure 22 est donc constituée d'une première couche plane 23a d'alumine en contact avec une deuxième couche plane 24a d'air elle-même en contact avec une troisième couche plane 23b d'alumine.

Dans le mode de réalisation tel que représenté figure 6, où l'assemblage 20 de couches planes successives de matériaux diélectriques ou magnétiques où la première couche 21a constitue la cavité et où les suivantes 23a, 24a et 23b constituent la structure 22 :

a) L'épaisseur  $e_{21a}$  de la couche plane 21a constituée d'un matériau de permittivité relative  $\epsilon_r$  et de perméabilité relative  $\mu_r$  est donnée par la formule

$$e_{21a} = 0,5 \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \text{ où } \lambda \text{ est la longueur d'onde correspondant à la fréquence de}$$

fonctionnement de l'antenne.

A titre d'exemple, l'épaisseur de la couche plane d'air 21a représentée figure 6 vaut  $e_{21a} = 0,5 \lambda$ .

b) L'épaisseur  $e$  d'une couche plane d'un matériau diélectrique ou magnétique de permittivité relative  $\epsilon_r$  et de perméabilité relative  $\mu_r$  à l'intérieur de la structure 22 est donnée par la formule  $e = 0,25 \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$ .

5 A titre d'exemple, l'épaisseur de la couche plane d'alumine 23a représentée figure 6 vaut environ  $e_{23a} = 0,08 \lambda$ ; l'épaisseur de la couche plane d'air 24a représentée figure 6 vaut  $e_{24a} = 0,25 \lambda$ ; l'épaisseur de la couche plane d'alumine 23b représentée figure 6 vaut environ  $e_{23b} = 0,08\lambda$ .

10 c) Les dimensions latérales de la structure 22, de la plaque 30a et de la cavité 21a sont choisies en fonction du gain désiré de l'antenne. La forme utile pour l'antenne s'inscrit dans un cercle dont le diamètre  $\phi$  est relié au gain recherché, selon la formule empirique connue suivante :  $G_{dB} \geq 20 \log \frac{\pi \Phi}{\lambda} - 2,5$ .

15 A titre d'exemple, pour obtenir un gain de 20 dB tel que représenté figure 8, un système d'antenne selon l'invention peut avoir des dimensions latérales de  $4,3 \lambda$ . La forme latérale de l'antenne est ensuite choisie pour obtenir une certaine forme du rayonnement de l'antenne, selon un procédé connu.

20 d) Compte tenu des dimensions latérales et des épaisseurs des différentes couches de matériaux entrant dans la composition de l'antenne telle que décrite dans la figure 6, lesdites épaisseurs et dimensions latérales étant mentionnées ci-dessus, les dimensions générales de l'antenne sont donc : une épaisseur  $H$  d'environ  $\lambda$  et une dimension latérale  $L$  de  $4,3 \lambda$ . Ainsi, pour une fréquence de fonctionnement de 10 Ghz correspondant à une longueur d'onde de 3 cm, un exemple particulier d'antenne selon la présente invention tel que représenté figure 6 aura un volume de l'ordre de  $3 \times 13 \times 13 \text{ cm}^3$ , alors qu'un système d'antenne parabolique classique, fonctionnant à la même fréquence de 25 10 Ghz, qui a une distance focale d'environ 70 cm, occupe un volume nettement supérieur.

Il apparaît donc clairement que la présente invention améliore très nettement le problème d'encombrement lié aux antennes grâce notamment à la faible épaisseur d'une antenne selon l'invention.

De plus, étant donné que l'épaisseur des couches planes successives d'une antenne selon l'invention, telle que décrite à la figure 6, est proportionnelle à  $\lambda$  et donc inversement proportionnelle à la fréquence de fonctionnement de l'antenne, une telle réalisation permet de concevoir une antenne fonctionnant à très haute fréquence grâce aux technologies multicouches.

Une antenne selon l'invention telle que représentée à la figure 6 assure le rayonnement et un filtrage spatio-temporel des ondes électromagnétiques produites ou reçues par ladite antenne, comme représenté à la figure 7. Ledit filtrage autorise notamment une ou plusieurs fréquence(s) de fonctionnement  $f$  de ladite antenne à l'intérieur d'une bande de fréquences non passante  $B$ .

Une antenne selon l'invention telle que représentée à la figure 6 est conçue pour atteindre un gain de 20db et présente un diagramme de rayonnement représenté à la figure 8.

Il apparaît que l'antenne selon l'invention permet d'atteindre des gains importants dans une direction donnée comme les antennes à ouverture classiques.

Il est également visible que ce diagramme de rayonnement présente de faibles niveaux de lobes secondaires.

Le fonctionnement de l'antenne décrite en référence à la figure 6, va maintenant être examiné. L'antenne possède deux modes de fonctionnement : un mode émetteur et un mode récepteur.

En mode de fonctionnement émetteur, un courant électrique conduit par le fil d'alimentation 11 parvient au niveau de la sonde 10a qui le transforme en onde électromagnétique. Cette onde électromagnétique traverse ensuite l'assemblage 20 d'éléments en matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou par leur perméabilité, dont l'agencement permet d'opérer par construction un filtrage spatial et temporel sur l'onde électromagnétique et de conformer ainsi le diagramme de rayonnement du système d'antenne selon des propriétés voulues par l'utilisateur.

En mode de fonctionnement récepteur, une onde électromagnétique parvenant au niveau de l'antenne est filtrée spatialement et temporellement lors de sa traversée de l'assemblage 20 d'éléments en matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou par leur perméabilité, avant de pouvoir atteindre la sonde 10a. Puis, l'onde électromagnétique filtrée selon des propriétés voulues par construction de l'antenne, est transformée en courant électrique par la sonde 10a et transmise au fil d'alimentation 11.

Selon un mode de réalisation particulier, la sonde de l'antenne est de nature capable de générer une polarisation linéaire ou circulaire dans l'antenne, entraînant un fonctionnement de celle-ci, soit en polarisation linéaire, soit en polarisation circulaire.

Selon un autre mode de réalisation particulier, la forme des couches planes est agencée de façon à obtenir un diagramme de rayonnement et de gain voulu conformément à la théorie des ouvertures rayonnantes.

Selon encore un autre mode de réalisation, les éléments constitutifs de la structure sont des cylindres coaxiaux entourant la sonde, l'élément cylindrique intérieur formant une cavité recevant ladite sonde, l'agencement présentant ainsi une périodicité radiale.

Selon encore un autre mode de réalisation de l'invention, l'un des matériaux au moins a des caractéristiques diélectriques et/ou magnétiques variables en fonction d'une source extérieure telle qu'un champ électrique ou magnétique, de manière à permettre de réaliser des antennes accordables.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'assemblage présente des défauts multiples permettant d'élargir la bande passante de l'antenne et/ou de créer des antennes multibandes.

Une antenne selon l'invention peut être utilisée en tant que :

- antenne haute fréquence à haut débit d'informations, en raison de sa capacité à fonctionner à des fréquences élevées grâce aux techniques de dépôts multicouches ;

- antenne pour des applications embarquées de type aérospatial ou militaire, par exemple, en raison de son faible encombrement et en raison de ces caractéristiques de furtivité dues à l'étroitesse de sa bande passante ;

5 - antenne à ouverture classique en remplacement des antennes à ouverture connues du type antenne parabolique ou antenne à lentille.

**REVENDEICATIONS**

1. Antenne comprenant au moins une sonde (10) capable de transformer de l'énergie électrique en énergie électromagnétique et réciproquement, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un assemblage (20) d'éléments en au moins deux matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou leur perméabilité au sein duquel ladite sonde est disposée, la disposition des éléments dans ledit assemblage assurant le rayonnement et un filtrage spatio-temporel des ondes électromagnétiques produites ou reçues par ladite sonde, lequel filtrage autorise notamment une ou plusieurs fréquences de fonctionnement (f) de l'antenne à l'intérieur d'une bande de fréquences non passante.

2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit assemblage d'éléments présente une périodicité à au moins une dimension dans sa structure et au moins un défaut (21) qui génère au moins une cavité en son sein.

3. Antenne selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ledit assemblage d'éléments comprend un premier matériau de permittivité et perméabilité données formant une cavité (21 ;21a) au sein d'une structure (22) de deux autres matériaux (23,24 ;25,26 ;27,28 ;23a,23b,24a) se différenciant par leur permittivité et/ou leur perméabilité, ladite structure présentant une triple périodicité selon trois directions spatiales distinctes desdits deux autres matériaux.

4. Antenne selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ledit assemblage d'éléments comprend un matériau de permittivité et perméabilité données formant une cavité (21 ;21a) au sein d'une structure (22) de deux matériaux (23,24 ;25,26 ;27,28 ;23a,23b,24a) se différenciant par leur permittivité et/ou leur perméabilité, ladite structure présentant une double périodicité selon deux directions spatiales distinctes desdits deux matériaux.

5. Antenne selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ledit assemblage d'éléments est constitué de couches planes (21a,23a ,23b, 24a) de matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou par leur perméabilité.

6. Antenne selon la revendication 5, caractérisée en ce que ledit assemblage d'éléments comprend une première couche plane de matériau (21a) de permittivité et perméabilité données, au sein duquel est disposée la sonde, ladite première couche étant en contact avec au moins une succession de couches planes (23a,23b,24a) de matériaux se différenciant par leur permittivité et/ou leur perméabilité, agencée(s) selon un motif périodique à une dimension.

7. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre un réflecteur plan d'ondes électromagnétiques (30 ;30a) supportant ladite sonde et placé en contact avec ledit assemblage d'éléments.

8. Antenne selon la revendication 7, caractérisée en ce qu'elle comporte une plaque métallique formant réflecteur plan (30a) sur laquelle est disposée une sonde (10 ;10a), ladite plaque métallique étant en contact avec une première couche plane de matériau (21a) de permittivité et perméabilité données, l'épaisseur  $e_1$  de ladite première couche plane étant donnée par la relation  $e_1 = 0,5 \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$ , ladite première couche étant elle-même en contact avec une succession de couches planes de matériaux (23a,23b, 24a) se différenciant par leur permittivité et/ou leur perméabilité, l'épaisseur  $e$  de chacune desdites couches planes étant donnée par la relation  $e = 0,25 \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$ , où  $\lambda$  est la longueur d'onde correspondant à la fréquence de fonctionnement (f) de l'antenne souhaitée par l'utilisateur,  $\epsilon_r$  et  $\mu_r$  étant respectivement la permittivité relative et la perméabilité relative du matériau de la couche plane considérée.

9. Antenne selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que la sonde de l'antenne est de nature capable de générer une polarisation linéaire ou circulaire dans l'antenne, entraînant un fonctionnement de celle-ci, soit en polarisation linéaire, soit en polarisation circulaire.

10. Antenne selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que la forme des couches planes est agencée de façon à obtenir un diagramme de

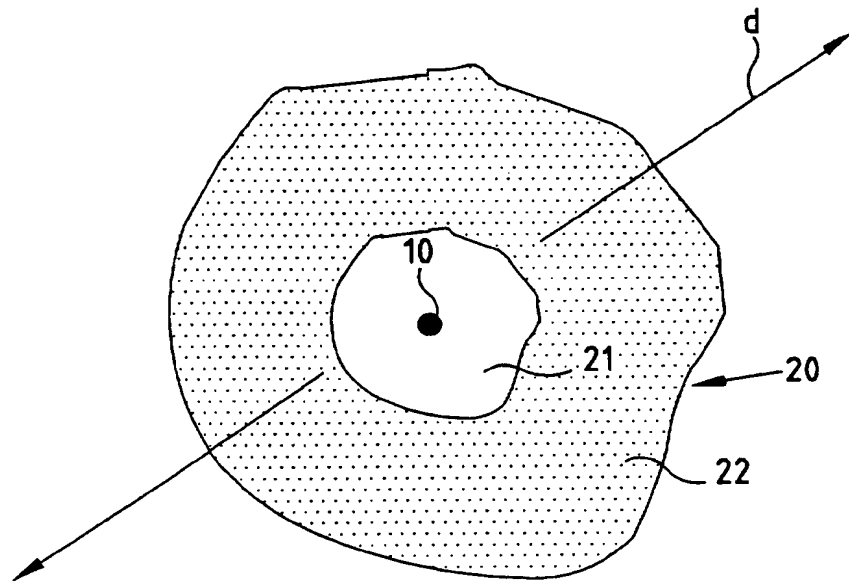
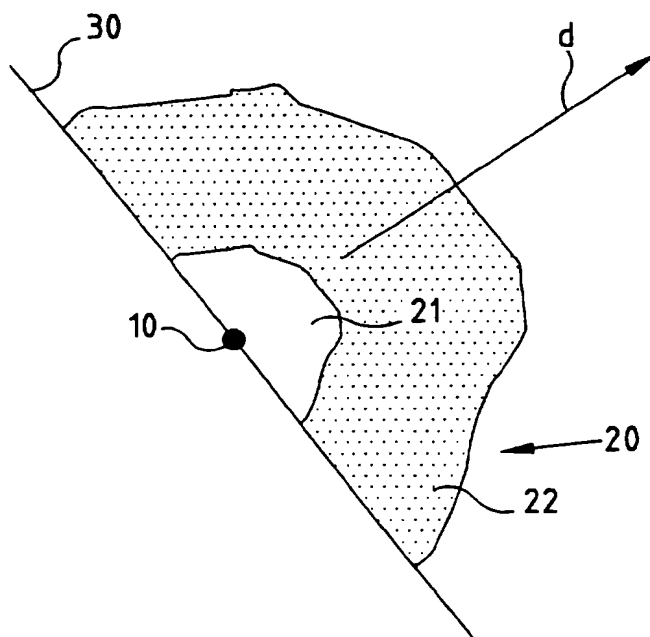
rayonnement et de gain voulu conformément à la théorie des ouvertures rayonnantes.

5 11. Antenne selon l'une des revendications 1,2,7,9 et 10, caractérisée en ce que les éléments constitutifs de la structure sont des cylindres coaxiaux entourant la sonde, l'élément cylindrique intérieur formant une cavité recevant ladite sonde, l'agencement présentant ainsi une périodicité radiale.

10 12. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que l'un des matériaux au moins a des caractéristiques diélectriques et/ou magnétiques variables en fonction d'une source extérieure telle qu'un champ électrique ou magnétique, de manière à permettre de réaliser des antennes accordables.

13. Antenne selon l'une des revendications 1 à 7 et 9 à 12, caractérisée en ce que l'assemblage présente des défauts multiples permettant d'élargir la bande passante de l'antenne et/ou de créer des antennes multibandes.

1/4

FIG. 1FIG. 2

2/4

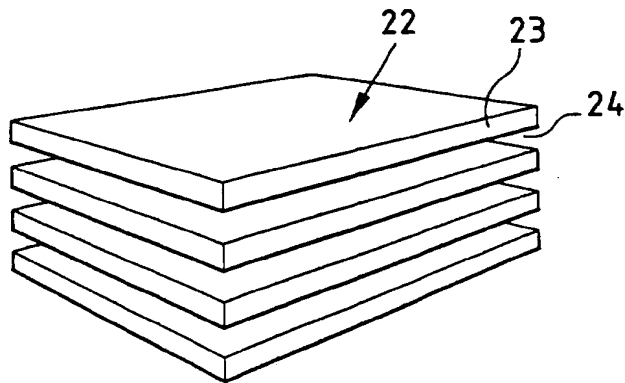


FIG. 3

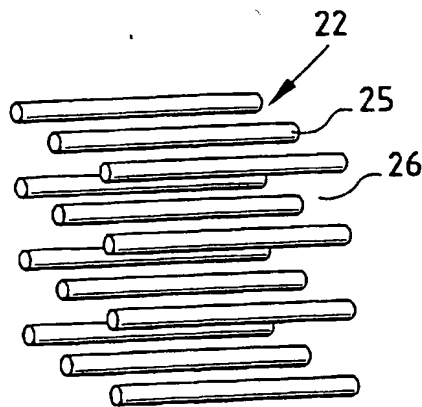


FIG. 4

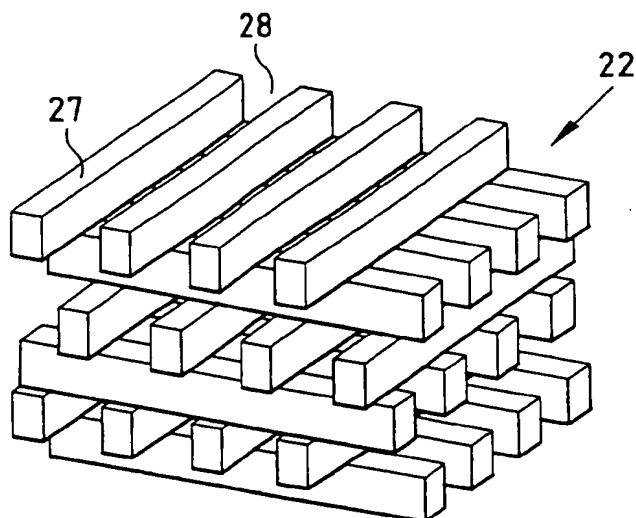
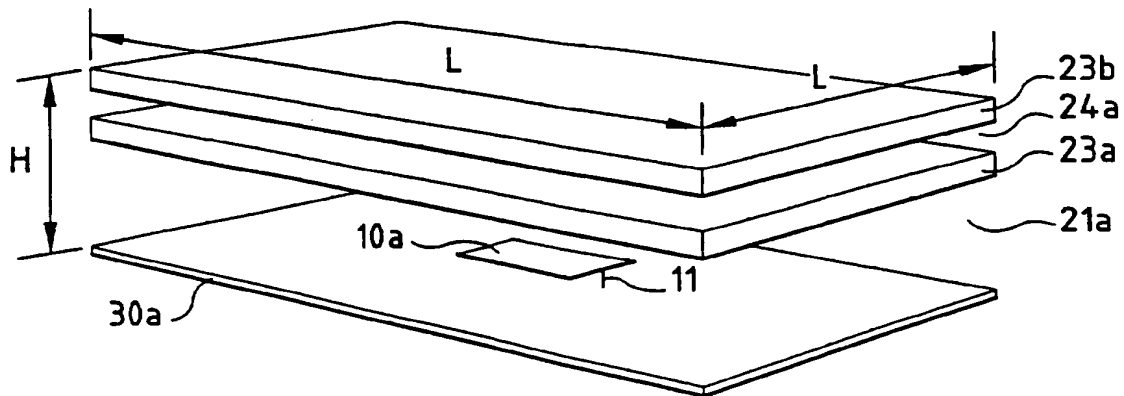
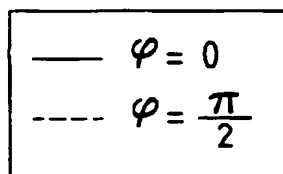
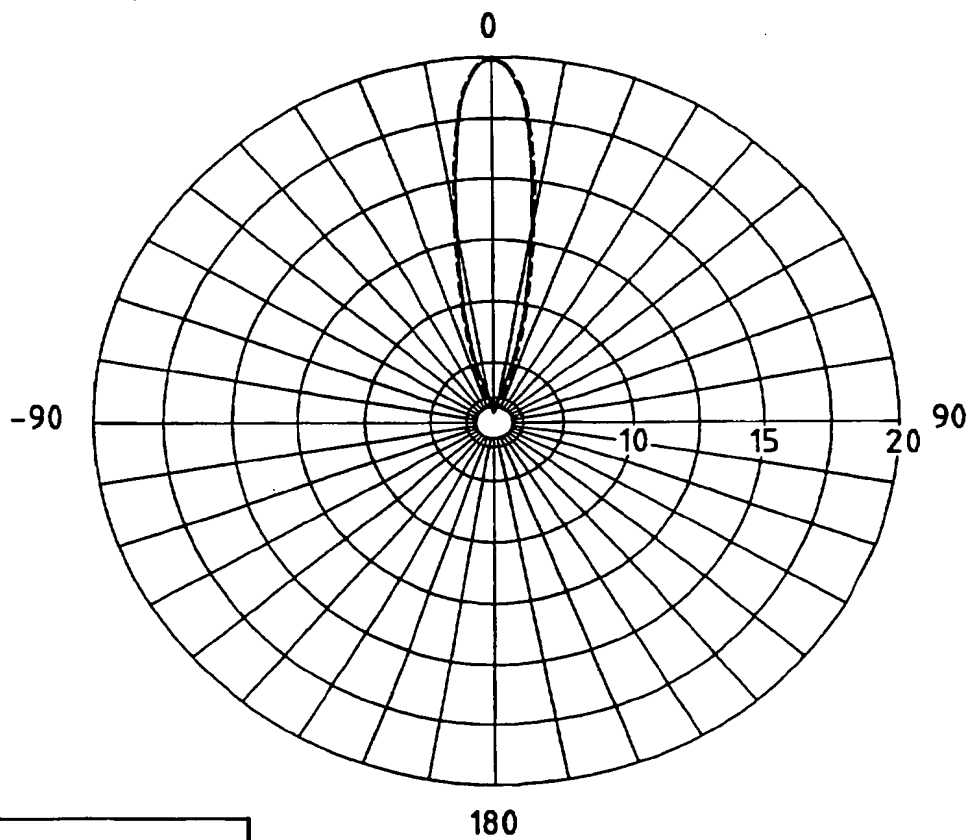


FIG. 5

3/4

FIG. 6FIG. 8

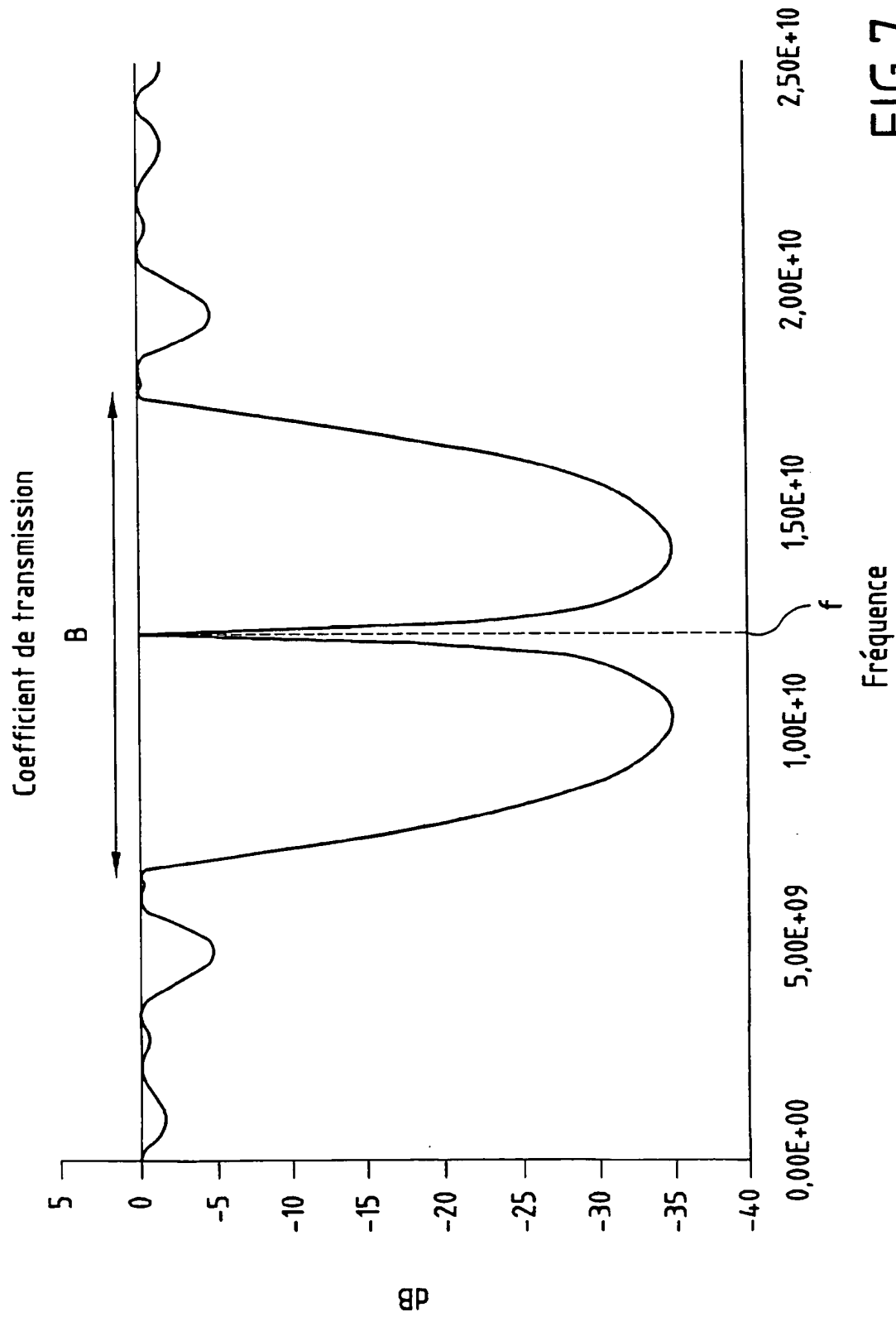


FIG.7



# RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2801428

N° d'enregistrement  
national

FA 585163  
FR 9914521

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 739 796 A (JASPER JR LOUIS J ET AL) 14 avril 1998 (1998-04-14) * colonne 6, ligne 20 - colonne 7, ligne 24; figures 3,4 *	1,2,5,6, 9,10,13	H01P19/10
X	US 5 471 180 A (BROMMER KARL ET AL) 28 novembre 1995 (1995-11-28) * colonne 8, ligne 32 - colonne 9, ligne 14; figures 10,15 *	1,12	
X	YANG H -Y D ET AL: "PHOTONIC BAND-GAP MATERIALS FOR HIGH-GAIN PRINTED CIRCUIT ANTENNAS" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 45, no. 1, 1997, pages 185-187, XP000640948 ISSN: 0018-926X * le document en entier *	1,7,8	
Y		3,4	
Y	WO 96 29621 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 26 septembre 1996 (1996-09-26) * page 13, ligne 21 - page 14, ligne 11; revendication 14; figure 8 *	3,4,11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) H01Q
Y	GB 1 555 756 A (AERIALITE AERIALS LTD) 14 novembre 1979 (1979-11-14) * le document en entier *	11	
A	WO 95 33287 A (MOTOROLA INC) 7 décembre 1995 (1995-12-07) * revendication 4; figures 1,5 *	1,11	
A	US 5 679 604 A (PIKULSKI JOSEPH L ET AL) 21 octobre 1997 (1997-10-21) * abrégé *	1	
	--- -/-		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
10 août 2000		Van Dooren, G	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

3

EPO FORM 1503 12/99 (P04C14)

